

Katsaus ilmasodankäynnin viimeaikaiseen kehitykseen

Yleisesikuntamajuri M Uotinen

I JOHDANTO

Suurvaltojen välinen kilpavarustelu on erittäin selvästi havaittavissa juuri ilmasodankäynnin alalla, jossa tutkimus- ja kehitystyöhön sekä kaluston hankintaan uhrataan vuosittain yhä suurempia summia. Kilpailu hyökkäys- ja puolustusaseiden tehokkuuden välillä kannustaa tiedemiehiä ja insinöörejä jatkuviin ponnistuksiin päivä päivältä vaikeammaksi muodostuvien probleemien selvittämiseksi.

Ratkaisujen teko tarkoituksenmukaisen ilmapuolustuksen luomiseksi on nykyisin huomattavasti vaikeampaa kuin ennen. Erityisesti suuri riippuvuus taloudellisesta tilanteesta ja vaikeus arvioida tulevaisuuden ilmasodan kehitys oikein ovat omiaan vaikeuttamaan päätöksen tekoa. Erityisen mielenkiintoiseksi on muodostunut lentokoneen ja ohjuksen välinen kamppailu käyttökelpoisemmuudesta sodankäynnin välineenä. Lentokoneesta ei vielä ole luovuttu, vaan se näyttää ohjuksien rinnalla kuuluvan varsin tärkeänä renkaana nykyaikaiseen ilmasodankäyntiin. Kuinka pitkälle lentokoneen käyttöalueelle ohjukset pystyvät ulottamaan toimintansa ja mikä osuus jää edelleen lentokoneen tehtäväksi, ovat muodostuneet olennaisiksi kysymyksiksi ilmasodankäynnin viimeaikaista kehitystä pohdittaessa.

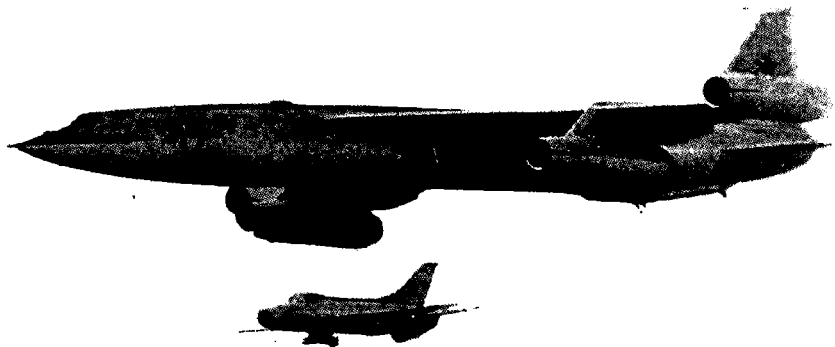
II HYÖKKÄYSASEET

1. Pommituskoneet

Toisen maailmansodan viimeisiä vuosia voidaan pitää pommituskoneiden toiminnan tuloksellisimpana ajankohtana. Tällöinhän länsiliittoutuneiden strategiset pommituskoneet mursivat Saksan sotapotentiaalin ja antoivat Japanille viimeiset lamauttavat iskunsa ydinräjähteisiä pommeja käyttäen.

Elektronisten pommitustähtäimien ja ydinräjähteiden merkittävästä sodanjälkeisestä kehityksestä huolimatta ei pommituskone enää ole niin vaarallinen ase strategisia kohteita vastaan kuin ennen. Tähän on ollut syynä ilmapuolustusmahdollisuuksien paraneminen erityisesti tutkien ja ohjuksien ansiosta.

Vähemmän ilmapuolustettuja tai lähellä omaa aluetta sijaitsevia kohteita vastaan ja silloin, kun pyritään suureen osumatarkkuuteen, on pommituskone ydinräjähtein ja tavallisin pommein aseistettuna yhä edelleenkin varsin käyttökelpoinen ase.



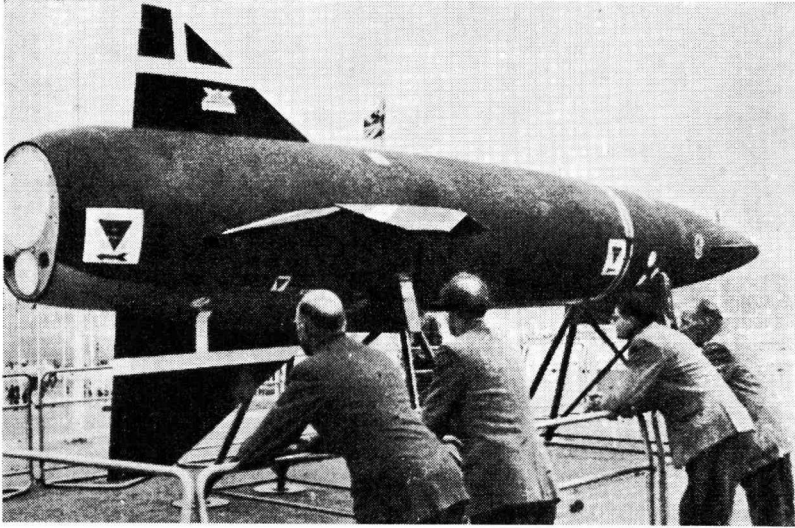
Kuva 1

Yliääninopeuden saavuttava neuvostoliittolainen 4-moottorinen ja deltasiipinen Myasishchev-pommituskone (lentopaino n 140 tn) Mig-21 hävittäjän saattamana

2. Pommituskone ja maamaaliohjus

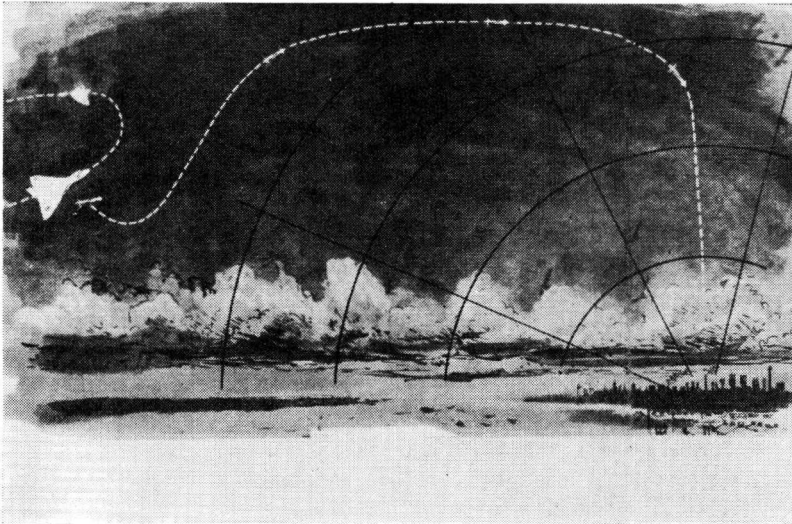
Pystyäkseen menestyksellisesti vaikuttamaan pommituskoneillaan yhä syvemmälle vastustajan alueelle sen ilmapuolustuksesta huolimatta länsivallat ja Neuvostoliitto ovat kehittäneet ydinräjähteellä varustettuja pommituskoneista laukaistavia maamaaliohjuksia.

Esimerkkeinä näistä ohjuksista mainittakoon englantilainen Blue Steel ja amerikkalainen Skybolt (kuvat 2, 3 ja 4).



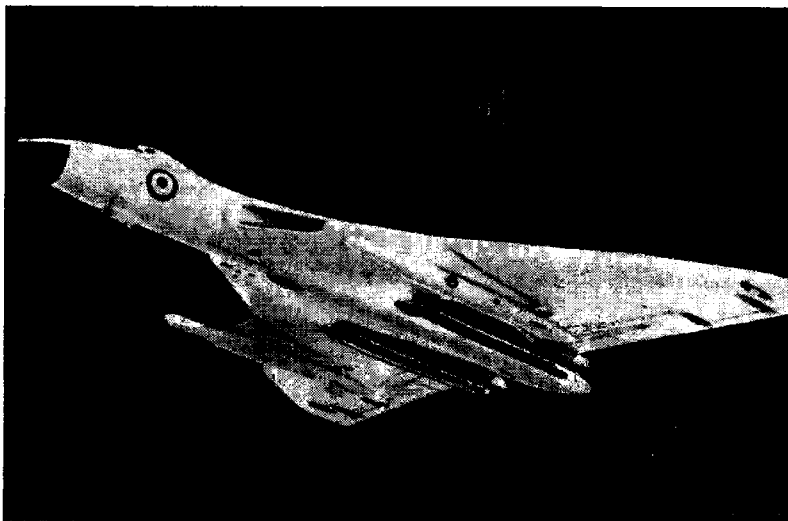
Kuva 2

Englantilainen ilmasta-maahan-ohjus Blue Steel. Pituus 11 m, paino 7 tn, voimalaite nesteraketti, tsrkärki megatonniluokkaa oleva ydinräjähdde, nopeus 1,6 M, lakikorkeus 18 km, lentomatka pommituskoneesta 650 km, inertiaohjaus



Kuva 3

Piirros Blue Steelin lentoradasta Vulcan-pommituskoneesta irrottamisen jälkeen



Kuva 4

Vulcan ja käytöstä poistettu ballistinen ohjus Skybolt. Skyboltin pituus 11,5 m, paino n 5 tn, voimalaite 2-vaiheinen ruutiraketti, tsrkärki 2—4 Mt, nopeus rakettien loppuunpalamisen jälkeen n 9—10 M, lentomatka pommituskoneesta noin 1600 km, tähtisuunnistukseen tukeutuva inertiaohjaus. USA:n ilmavoimissa kuljetti Skypolteja 8-moottorinen B-52 pommituskone

Sanomalehtitietojen mukaan oli englantilaisten tarkoituksena korvata kehittämänsä Blue Steel pitemmän lentomatkan omaavalla amerikkalaisella Skypoltilla.

Skypolt-ohjelma on kuitenkin peruutettu. Kuudesta koelennosta onnistui nimittäin vain yksi¹⁾.

Englantilaiset ovat tästä syystä palaamassa joko parannettuun Blue Steeliin tai siirtymässä kokonaan uuteen teknillisiltä ominaisuuksiltaan vielä julkaisemattomaan ohjustyyppiin. Tätä ohjusta tulisivat kuljettaamaan Englannin nykyiset Vulcan-pommittajat tai uusi matalatoimintaan suunniteltu kone TSR-2. Itse ohjus lentäisi myös taktillisesti edullisissa matalissa lentokorkeuksissa.

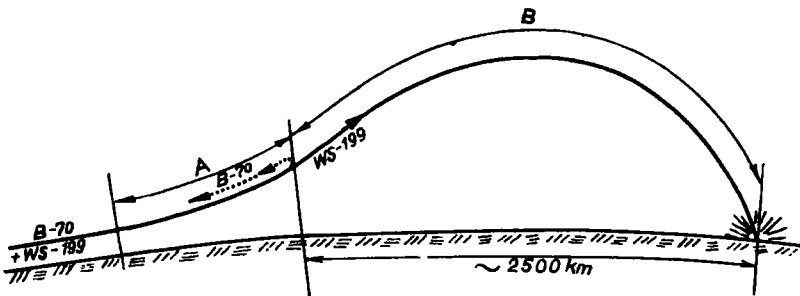
¹⁾ Missiles and Rockets, January 7 1963

Skybolt-ohjelmasta luopumisen ovat ilmeisesti aiheuttaneet vaikeudet ohjelmoida ohjus riittävän tarkasti suurella nopeudella lentävästä pommituskoneesta.

Amerikkalaisilla on kuitenkin palveluskäytössä n 800—1000 km lentävä aerodynaaminen maamaali-ohjus Hound Dog, jota vuoden 1962 loppuun mennessä arviottiin valmistetuksi 400 kpl¹⁾). Ohjuksen kuljettajana toimii B-52 pommituskone.

Skybolt-ohjelman epäonnistumisesta huolimatta yhdistelmästä pommituskone ja ohjus ei näy siis vielä luovutun. Lentokoneen käyttö ohjuksen lähtötelineenä on nopean liikkuvuuden ansiosta kehittämisen arvoinen ajatus. Koska itse ohjuksen ei tästä syystä tarvitse pystyä lentämään niin pitkiä matkoja kuin maasta ammuttavan voidaan tehokas taistelukärki kuljettaa maaliinsa pienemmillä ja todennäköisesti myös halvemmilla ohjuksilla.

Eräänä tulevaisuuden näkymänä on kuvassa 5 esitetty suunnitteilla olevan amerikkalaisen Mach 3 pommituskoneen B-70 Valkyrien ja ballistisen ohjuksen WS-199:n käyttöperiaate.



Kuva 5

B-70 Valkyrie pommituskone ballistisen ohjuksen liikkuvana lähtötelineenä. Ohjuksen ohjelmointi ja laukaisu suoritetaan vaiheessa A, jonka jälkeen ohjus jatkaa ballistisella radallaan (B) kohteeseensa pommituskoneen kääntyessä paluumatkalle.

¹⁾ Ett år i luften 1961—62

Todettakoon, että nykyisin palveluskäytössä oleva amerikkalainen B-58 Hustler pommituskone, joka on mainittu myös eräänä WS-199:n lähtötelineenä, lensi keväällä 1961 New Yorkista Pariisiin ajassa 3 t 19 min. Tämä merkitsee 1750 km/t keskinopeutta. Näin suuren nopeuden saavuttamiseksi on moottoreiden työntövoimaa lisätty ns jälkipoltolla.

Jälkipolttoa käytetään yleisesti nykyaikaisten taistelukoneiden suihkurturpiineissa, sillä yliaänenopeus vaakalennossa ei muuten ole mahdollista. Jälkipoltto lisää moottorin työntövoimaa n 20—25 %. Tämä työntövoiman lisäys saadaan aikaan ylimääräisellä polttoaineruiskutuksella pidennettyyn suihkuputkeen, jossa muussa tapauksessa hukkaan menevä kuuma ilmassa sytyttää polttoaineen.

Jälkipoltto rasittaa kuitenkin moottoria ja lisää polttoaineen kulu- tusta lentokorkeudesta ja moottoreista riippuen useihin satoihin litroi- hin minuutissa.

Tästä syystä on jälkipoltto ja myös yliaänenlento yleensä vain muu- tampia minuutteja kestävää.

Näin ollen on edellä mainittu B-58 pommituskoneen ennätyslento todennäköisesti käsittänyt sarjan n 2 kertaa äänennopeuteen tapahtu- neita kiihdytyksiä sekä aliaänenopeudella suoritettuja tankkauksia.

3. Ohjukset

Pommituskoneen menestyksellisimpiä kilpailijoita hyökkäysaseina ovat ns maasta-maahan-ohjukset.

Lentotapansa puolesta nämä voidaan jakaa kuten pommituskonei- denkin maamaali-ohjukset

- ballistisiin ja
- aerodynaamisiin ohjuksiin.

Kuva 6 selvittää ballistisen ohjuksen lentorataa.

Aerodynaamisen ohjuksen lento tapahtuu ilmakehässä ja ohjaus suoritetaan siivekkeillä lentokoneen tapaan.

Esimerkkejä nykyisin käytössä olevista amerikkalaisista maasta- maahan-ohjuksista on esitetty taulukoissa 1a ja 1b.

Taulukko 1a
Esimerkkejä ballistisista ohjuksista

Merkki	¹⁾ SM-65D-E Atlas	SM-80 Minuteman	SM-75 Thor	Polaris
Laatu	mannertenväl ballist ohjus	mannertenväl ballist ohjus	keskipitkien matkojen ballist ohjus	keskipitkien matkojen ballist ohjus
Valmistusmaa	USA	USA	USA	USA
Valmistus-tilanne	palveluskäytössä v 1960—	kokeilut vv 1962—63	palveluskäytössä v 1959—	palveluskäytössä v 1960—
Kokonaispit	24,8 m, m/E 27 m	n 17 m	19,8 m	8,5 m, m/A-2 ja 39,5 m
1. vaiheen pit	—	n 8 m	ainoastaan	n 4 m
2. —,—	—	n 4,5 m	yksivaiheinen	n 4,5 m
3. —,—	—	n 4,5 m		—
Maks halkaisija	3 m			
Lähtöpaino tn	120	1,8 m	2,4 m	1,4 m
Voimalaite	nesteraketti (O ₂ +fotogen)	n 30 ruutiraketti	n 50 nesteraketti (O ₂ +fotogen)	13—14 ruutiraketti
Työntövoima megapondeissa				
1.vaihe	2×75, palaa 145 sek 30, 300 sek	77, palaa 60 sek 30, 60 sek 16, max 60 sek —, 0,5—1 Mt	70, palaa max 157 sek — —	n 55 — n 45 —
2.vaihe	—			
3.vaihe	n 1,5 tn, 3 Mt			
Ydinräjähteen paino ja teho			—, yli 1 Mt	0,3 tn, 350—
Ohjautus	D inertia + kom E inertia (melkein) häiriintymätön yli 10 000	inertia	inertia	500 Kt inertia
Häiritävyys	n 25 000 km/t	häiriintymätön 10 000	häiriintymätön 500—2800	häiriintymätön 2200—3700
Lentomatka km		n 25 000 km/t	n 17 000 km/t	n 14 500 km/t
Maks nop raketin loppuunpalamisen jälk	3 km 8000 kmn matkalla	—	—	—
Hajonta R ₉₀	kiint linnoittamaton, myöh siilo 6,08 mmk ²⁾	kiint siilo tai rautatievaunu	kiint linnoittamaton	suv tai liikkuvana maalla 16 kpl/suv 3,5 mmk
Asennus		alle 3,2 mmk	2,4 mmk	
Hinta ilman tst-kärkeä ja apulaitteita	52,28 mmk	n 6,2 mmk	13,76 mmk	40 mmk
Hinta ilman tst-kärkeä ja apulaitteita				
Yleistä	n 140 kpl tilauksessa. D:n nokkakartio suojattu massiivisella metall lämmön varaa-jalla. E:n nokkakartio suojattu muovipääll lämmönhaiduttajalla	600 kpl hankitaan ennen v 1965. Lämmön haidutus Atlas E:ssa	60 kpl ryhmitetty Englantiin ja 15 kpl Alaskaan. Lämmön varaa-ja kuten Atlas D:ssä	v 1962 lopussa 176 palveluskäytössä 11 suv:ssä. Irtoava nokkakartio lämmön haiduttajalla kuten Atlas E:ssä

¹⁾ SM = strategic missile

²⁾ Kaikki hinnat nykymarkkoina

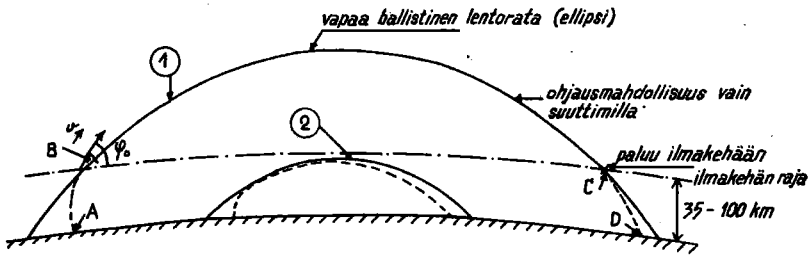
Lähde: Ett år i luften 1961—62

Taulukko 1b

Esimerkkejä aerodynaamisista ohjuksista

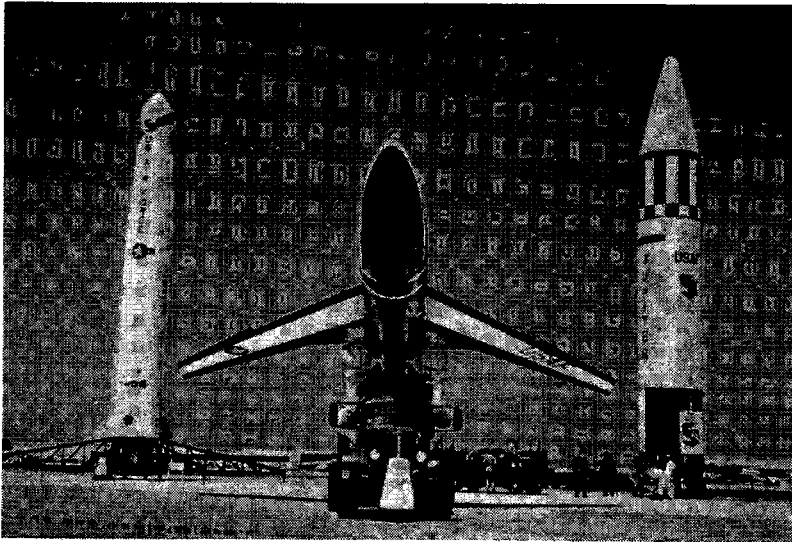
Merkki	¹⁾ SM-62A, Snark	²⁾ TM-76 Mace	SM-A-12 Lacrosse	SLAM
Laatu	mannertenvä- linen strat ohj	taktillinen ohjus	lyhyen mat- kan puoli- ballistinen ohjus	mannertenvä- linen strat ohj
Valmistus- tilanne	palveluksessa v 1959—; val- mistus lope- tettu	palveluksessa v 1959—	palveluksessa v 1959—	kehityksen alaisena
Pituus, m	20,6	13,5	5,9	20—25
Kärkiväli, m	12,8	7,0	—	—
Paino lähtö- raketein, tn ja ilman, tn	27	n 7,5	starttiraketit puuttuvat	—
Voimalaite ja työntövoima kp	— suihkuturbiini J-57, 5000	63 suihkuturbiini J-33-A-41, 2400	1,0 ruutiraketti	— ydinpatoput- kimoottori
Lähtörakettien työntövoima kp	2×52 000	45 000	—	—
Tstjärjen laatu —,— teho	ydin Mt-luokkaa	ydin vähint 2 Mt	ydin tai kem —	ydin Mt-luokkaa
Ohjautus	Inertia + tähti- suunnistus	A: ATRAN ³⁾ , B: Inertia	komento, radio	Inertia
Häiritävyys Lentomatka km	ei 10 000	ei A: 1000, B: 2000	mahdollista 30	ei rajoittamaton
Maksnopeus	M 0,93	M 0,95	n M 0,7	korkealla M 4 matalalla M 2—3 30
Lakikorkeus km	15	12	—	—
Alin lento- korkeus	0,3	alle 0,3	—	—
Hajonta R ₉₀	useita km	km-luokkaa	joitakin sato- ja metrejä	—
Asennus	kiinteä	kiinteä ja liikkuva	maastoautossa	kiinteä
Hinta ilman tstjärkeä ja apulaitteita Yleistä	1,6 mmk	0,8 mmk	128 000 mk	hyvin korkea
	15 ohjuksen osasto Mainen valtiossa. Nok- kakartio tst- kärkineen irt- toaa ohjuk- sesta ennen maalia	palveluskäy- tössä mm Sak- sassa ja Oki- navalla (Kii- naa vastaan); loppunopeus yliääninen	tarkoitettu etupäässä kiinteitä pistemaaleja vastaan	lähestymis- lento tulee tapahtumaan matalalla; palveluskäy- tössä aikai- sintaan v 1970

¹⁾ SM = strategic missile²⁾ TM = tactical missile³⁾ ATRAN = Automatic terrain recognition and navigation (ns kartan perusteella tapahtuva suunnistus)



1. lentorata, joka on osittain ilmakehän ulkopuolella.
 A - B lätväivähe. Pistteessä B pitää vauhti v ja lähtökulma φ_0 olla oikea.
 C - D loppuohjaus.
 ----- todellisen lentoradan poikkeama ellipsiradasta.
 2. Lentorata ilmakehässä.

Kuva 6
Ballistisen ohjuksen lentorata



Kuva 7
**Mannertenvälisiä ohjuksia, ballistisen Thorin ja Jupiterin välissä aero-
 dynaaminen Snark**

Vastaavia tietoja neuvostoliittolaisista ohjuksista ei ole saatavissa, mutta "Ett år i luften 1961—62":n mukaan Neuvostoliitolla on vähintään yksi mannertenvälisen luokan ohjus. Olenlaisena erona amerikkalaisiin on suurempi paino, todennäköisesti 200—300 tn (USA:n Atlas 120 tn).

Muut tiedot ovat:

- lentomatka 12 500 km,
- hajonta R_{90} em etäisyydellä on suunnilleen Atlaksen luokkaa eli n 3 km edullisissa olosuhteissa,
- ohjautus: yhdistetty inertia- ja komento-ohjaus,
- ydinräjähteen teho 6 Mt

Länsivaltojen keskipitkien matkojen (n 2400 km) ohjuksia ei Neuvostoliitolla näytä olevan. Sitä vastoin sillä on kaksi ohjustyyppiä, joiden lentomatkat ovat 1100 ja 1800 km. Eräs ohjus on ammuttavissa myös vedenalaisesta sukellusveneestä, kuten länsivaltojen Polaris.

Lyhyen matkan ballistisista ohjuksista mainitaan n 500—600 km lentävä T1 ja n 150 km lentävä T7A.

4. Pommituskone vai ohjus?

Pommituskoneen ja ns maasta-maahan-ohjuksen käyttökelpoisuus hyökkäysaseena on ensi sijassa riippuvainen välineen

- tehokkuudesta,
- torjuttavuudesta,
- suojattavuudesta tukikohdissaan sekä
- taloudellisuudesta.

TEHOKKUUDEN arvioinnissa on taisteluvälineen varsinaisen tehon lisäksi otettava huomioon myös osumistarkkuus.

Taisteluvälineen tehosta on todettava, että niin ohjukset kuin pommituskoneetkin pystyvät kuljettamaan yhtä voimakkaita ydinräjähteitä ja ovat siis tässä suhteessa samanarvoisia.

Osumistarkkuutta arvioitaessa voidaan pommituskoneen osalta pitää perustana keskimääräistä vaakapommituksen standardipoikkeamaa, joka nykyaikaisilla koneilla on n 2 % lentokorkeudesta, siis esim 200 m 10 000 m:n korkeudesta pommitettaessa.

Ohjuksien osumatarkkuus (keskipoikkeama) on eräiden tietojen mukaan¹⁾ ollut v 1959 0,5 %, lähitulevaisuudessa 0,1 % ja tulevaisuudessa 0,05 % ampumaetäisyydestä. Samassa lähteessä suoritettun arvioon mukaan tarvitaan esimerkiksi vastustajan maanalaisen ohjustukikohdan tuhoamiseen (täysosumalla) taulukossa 2 mainitut ohjusmäärät.

Taulukko 2

Ampumaetäisyys km	Maanalaisen ohjustukikohdan tuhoamiseen vaadittava ohjusmäärä		
	A	B	C
1500	21	4	1
3000	43	8	2
5000	75	15	3
7000	111	20	4

A keskipoikkeama 0,5 % amp-et:stä, esim 35 km /7000 km

B —,— 0,1 % —,— —,— 7 „ /7000 km

C —,— 0,05 % —,— —,— 3,5 „ /7000 km

Vaikka keskipoikkeama olisi C-kohdan mukainenkin (kuin Atlas taulukossa 1a) osumistarkkuus on huomattavasti pommituskoneen tarkkuutta heikompi.

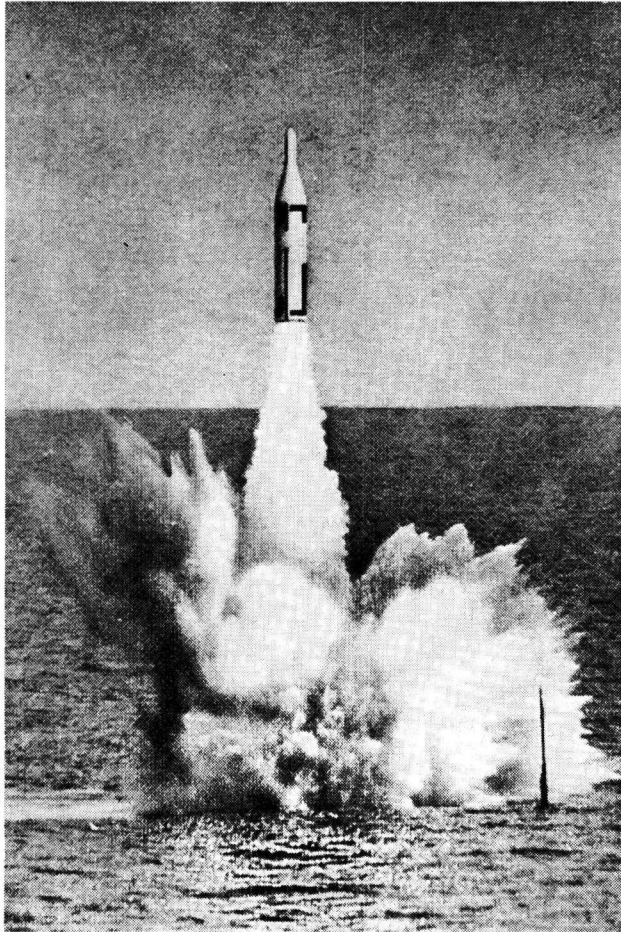
Lentopommituksen ja ohjushyökkäyksen TORJUTTAVUUTTA arvioitaessa on ilman muuta todettava, että useiden satojen kilometrien korkeudesta n 15000—25000 km/t syöksyvän ballistisen ohjuksen torjuminen on erittäin vaikea tehtävä verrattuna n 2000 km/t 100—20 000 m:n korkeudessa hyökkäävän pommituskoneen torjumiseen.

Tämä ohjuksen etu on varmaankin eräs niistä tekijöistä, jotka houkuttelevat tiedemiehiä ponnistelemaan määrätietoisesti ohjuksien käytössä ilmenneiden vaikeuksien, kuten esim heikon osumistarkkuuden eliminoimiseksi.

SUOJATTAVUUTEEN nähden ovat pommituskoneet ja ohjukset tukikohdissaan samassa asemassa, sillä kalliosuojien käyttömahdollisuudet ovat yhtäläiset.

¹⁾ Pierre M Gallois v 1959

Sen sijaan liikkuvat ohjusasemat, kuten erityisesti Polaris-sukellus-
veneet, ovat liikkuvina ja vedenalaisina vaikeasti paikannettavissa ja
siten myös hyvässä suojassa. Ne ovat sen vuoksi paremmassa asemassa
kuin pommituskoneet, jotka liikkuvuudestaan huolimatta ovat sidot-
tuja kiinteisiin tukikohtiin.



Kuva 8
Sukellusveneestä ammuttu Polaris-ohjus

Mikäli sukellusvene tai vedenalaisen tukikohdan paikka on vastustajan tiedossa, on tuhoutumismahdollisuus suurempi kuin maalla. Tämä johtuu vedenalaisten räjähdysten laajalle alueelle aiheuttamasta ylipaineesta.

Taulukossa 3 on tarkasteltu vedenalaisen ohjusaseman tuhoamiseen tarvittavaa ohjusmäärää¹⁾ eri etäisyyksiltä toimittaessa.

Taulukko 3

Keskipoikkeama 0,5 % ampetäisyydestä	Vaadittava ohjusmäärä					
	100 Kt		1 Mt		10 Mt	
	1500	3000	1500	3000	1500	3000
Sukellusvene	1	2	1	1	1	1
Vedenalainen tukikohta	4	9	2	4	1	2

Laskelman perustana ovat seuraavat räjähdysten aiheuttamat ylipaineet:

Ylipaine	Vaikutusetäisyys		
	100 Kt	1 Mt	10 Mt
Sukellusvene			
10 kg/cm ²	15 km	32 km	69 km
50 —,—	3,35 „	7,2 „	15,5 „
Vedenalainen tukikohta			
10 kg/cm ²	4,45 „	9,6 „	20,8 „
50 —,—	1,85 „	4 „	8,65 „

TALOUDELLISUUTTA arvioitaessa voidaan eräänä laskuperusteena pitää ohjuksen ja pommituskoneen hintaa.

Ilman apulaitteita²⁾ maksaa mannertenvälinen ohjus n 3—6 milj nmk (vrt taulukko 1a) ja strateginen pommituskone n 20—50 milj nmk (kirjoittajan arvio).

¹⁾ Tarkoittaa ilmeisesti lähtötelineitä, kuljetuslaitteita ja suojarakennelmia ohjustukikohdassa.

²⁾ Pierre M Gallois v 1959

Strateginen pommituskone on siis n 7—8 kertaa kalliimpi, mutta sillä on mahdollisuus suorittaa useita hyökkäyksiä. Ohjukset sen sijaan tuhoutuvat jokaisessa hyökkäyksessä, ja niitä on vaikutukseen pääsemiseksi ammuttava useita.

Esimerkiksi taulukon 2 mukaan tarvitaan tapauksessa B (keski-poikkeama 0,1 % ampumaetäisyydestä) 20 ohjusta, ennen kuin 7000 km:n päässä oleva maali tuhoutuu.

Taktillista pommituskonetta ja keskipitkien matkojen ohjusta verrattaessa ei hintaero ole aivan niin suuri kuin edellä.

Ohjus ilman apulaitteita maksaa n 2,4—3,5 milj nmk ja taktillinen pommituskone 5—10 milj nmk, siis 2—3 kertaa enemmän. Tuhoamiseen tarvittava ohjusmäärä näiltä etäisyyksiltä on kyllä myös vastaavasti pienempi (taulukko 2, tapaus B, 3000 km, tarve 8 ohjusta).

Puhtaasti taloudelliset seikat huomioon ottaen näyttää pommituskone huomattavasti edullisemmalta. Ohjuksien käytön kalleutta lisäävät vielä suhteellisen suuret apulaitteiden kustannukset (taulukko 1a). Lentotoiminnassa vastaavat tukikohtakustannukset jakautuvat pommituskoneiden ohella myös tiedustelu-, rynnäkkö- ja hävittäjäkoneiden osalle ollen siten suhteellisesti pienemmät.

5. Rynnäkkökoneet

Toisen maailmansodan jälkeen tapahtunut lentokoneaseiden tulivoiman lisääntyminen on ollut omiaan luomaan rynnäkkökoneesta varsinkin käyttökelpoisen välineen suurvaltojen taktillisten ilmavoimien toiminnassa.

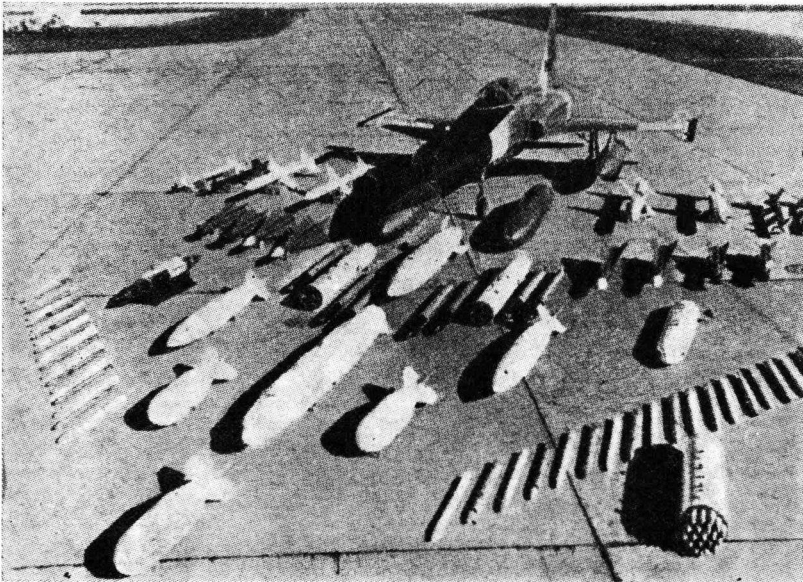
Rakettien osumistarkkuuden paraneminen (hajonta R_{90} 1500 m:n etäisyydeltä n 20 m) sekä napalmpommien ja ennen kaikkea ydinräjähteiden käyttöönotto ovat kasvaneen asekuorman ohella huomattavimmat tulivoiman lisääntymiseen vaikuttaneet tekijät.

Kouraantuntuvamman kuvan saamiseksi rynnäkkökoneen tulivoimasta on taulukossa 4 suoritettu 4-koneisen ja tavanomaisin ase-in varustetun Mirage III rynnäkkökoneparven ja kenttätykistöpatteriston tulivoiman vertailu.

Taulukko 4

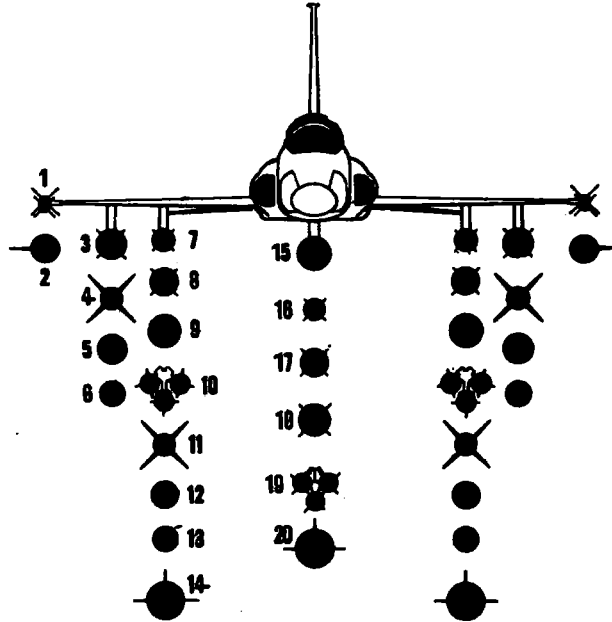
Tulen laatu	Kranaatteja ja raketteja		Kranaatteja ja pommeja
Patteriston isku	120 ls/76 mm	72 ls/105— 122 mm	48 ls/152 mm á 40—45 kg ~ 2000 kg
4 koneen rynnäkö	152 ls/68 mm	64 ls/130 mm	8 kpl/400 kg = 3200 kg

Kun lentokoneraketin arvioidaan olevan yhtä tehokas kuin vastaa-
van kaliiperisen kevyen kenttätykin ammus ja lentopommien vastaa-
van painoisten raskaan tykin ammuksien luokkaa, niin yllä mainitut
tuliyksiköt voidaan todeta tulivoimaltaan jokseenkin samanarvoisiksi.



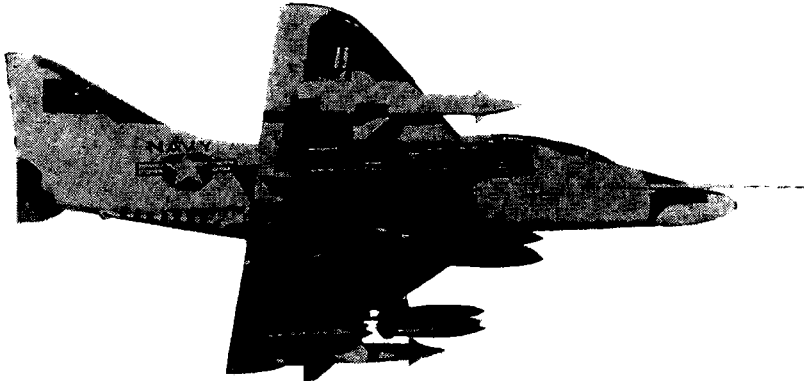
Kuva 9a

Kevyt rynnäkkökone Northrop F5A ja sen aseistamismahdollisuudet



Kuva 9b

Northrop F5A:n seitsemän aseripustimen eri käyttömahdollisuudet: 1) ilma-tst-ohj Sidewinder, 2) polttoaineen siiven kärkisäiliö 189 l, 3) 340 kg pommi, 4) rynnäkköohjus "Bullpup", 5) kasetti 19:lle 7 cm raketille, 6) kasetti 4:lle 12,7 cm raketille, 7) 227 kg pommi, 8) 454 kg pommi, 9) napalpommi, 10) 3×113 kg pommiryhmä, 11) rynnäkköohjus "Bullpup", 12) rakettkasetti 19×7 cm, 13) rakettkasetti 4×12,7 cm, 14) lisäpolttoainesäiliö 396 l, 15) napalpommi, 16) 227 kg pommi, 17) 454 kg pommi, 18) 907 kg pommi, 19) 3×113 kg pommiryhmä, 20) lisäpolttoainesäiliö 396 l



Kuva 10

Amerikkalainen tukialukselta toimiva rynnäkkökone Douglas A-4 E Skyhawk, jonka maks nopeus on 0,9 M. Aseistus 2 × "Bullpup"-rynnäkköohjusta ja 18×113 kg pommia. Tietoja Bullpupista: ampumaetäisyys 3,2 km, komento-ohjaus, nopeus 1,8 M, tst-kärjen paino 260 kg



Kuva 11

Ruotsalainen Lansen-rynnäkkökone ja Robot 304 rynnäkköohjus. Lansenin maks nopeus on 0,9 M. Tietoja Robot 304:stä: ampumaetäisyys 4,5 km, komento-ohjaus, kokonaispaino 635 kg, tstkärjen paino 300 kg. Robot 304 on suunniteltu lähinnä merimaaleja tai muita liikkuvia kohteita vastaan

Edellä esitettyjen lukuisten aseistusmahdollisuuksien vuoksi rynnäkkökone soveltuu mitä moninaisimpien kohteiden tulitukseen.

Vastustajan selustan liikenne, tykistö, ohjus- ja lentotukikohtat, alukset, ilmavalvonnan laitteet sekä viestiyhteydet ovat tyypillisimpiä rynnäkkökoneiden kohteita.

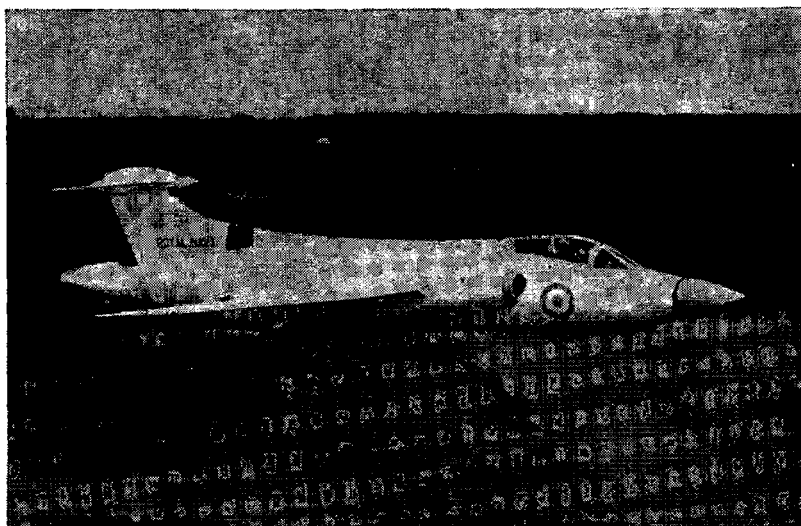
Tunkeutuminen syvälle vastustajan alueelle tapahtuu yleensä matalalennossa tutkien katveja hyväksi käyttäen ja siten ilmapuolustusta vaikeuttaen.

Koska yliäänilento matalissa lentokorkeuksissa on tavattoman epä-taloudellista ja suurta moottorin tehoa vaativaa, ovat matalatoimintaan suunnitellut nykyisin palveluskäytössä olevat rynnäkkökoneet yleensä aliaäänikoneita.

Kuvassa 12 esiintyvä englantilainen Blackburn Buccaneer S.I on esimerkki juuri tämän luokan koneesta.

Suihkukoneille luonteenomainen suuri polttoaineen kulutus matalalennossa (suunnilleen 2 kertaa enemmän kuin 10 000 m:n korkeudessa) rajoittaa toimintamatkaa huomattavasti.

Jos lentotukikohta on esimerkiksi 150 km:n päässä rintamasta, supistuu nykyisten rynnäkkökoneiden mahdollisuus tunkeutua matalalla vastustajan alueelle 200—300 km:iin lisäsäiliöitä käyttäen ja ilman



Kuva 12

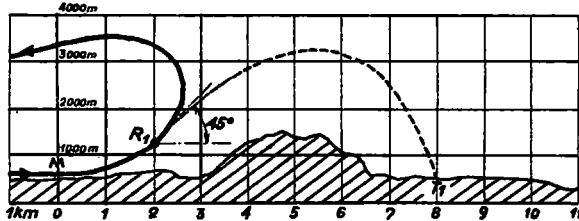
Ydinräjähteellä aseistettu matalatoimintaan suunniteltu Blackburn Buccaneer S.I. Maksinopeus 0,95 M, suurin lentopaino 21 000 kg. Muu aseistus: 4×450 kg pommeja tai Bullpup-luokan rynnäköhjuksia

lisäsäiliöitä vain 100—150 km:iin. Lisäsäiliöiden mukaanotto vähentää luonnollisesti asekuormaa (vrt kuva 9b).

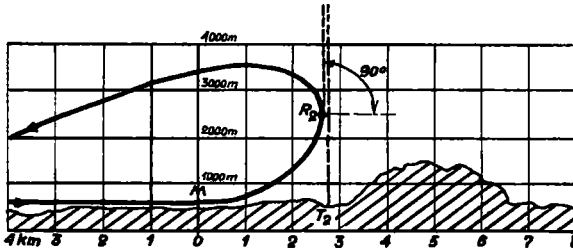
Matalalentotarve on asettanut omat vaatimuksensa myös ydinräjäh-teiden pudotukselle. Riittävän osumistarkkuuden saavuttaminen ja rä-jähdyksen väistäminen ovat vaikuttaneet erilaisten heittopommitusta-pojen kehittymiseen. Esimerkkejä Buccaneer-koneen käyttämisestä me-netelmistä on kuvassa 13.

Parantuneen aseistuksen lisäksi on viime vuosina paljon kehittynyt **ELEKTRONIIKKA** lisännyt rynnäkkökoneiden käyttömahdollisuuksia erityisesti pimeässä ja huonossa säässä toimittaessa. Suunnistaminen pienin osastoin kohteelle, maastoesteiden välttäminen alakorkeuksissa, maalin paikantaminen (metallinen kohde) ja rynnäkö sitä vastaan on nykyään mahdollista ilman maanäkyvyyttä monikäyttöisten lentokone-tutkien ja erilaisten laskimien avulla.

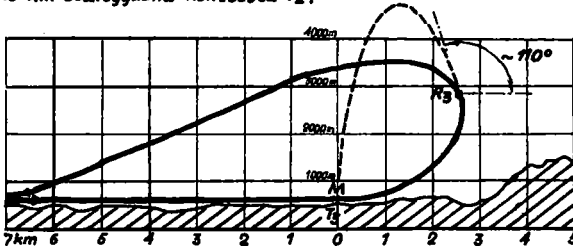
KOLME TAKTILLISEN YDINRÄJÄHTEEN HEITTOTAPAA
MATALALLA SUURELLA NOPEUDELLA LENTÄVÄSTÄ
RYNNÄKKÖKONEESTA



TAPA 1 (tiedusteltu maali). Ylösveton aloitus helposti paikannettavassa maastokohdassa M (n 8 km kohteesta), puolisiilmukka vakio - kuormitusmonikerralla, ydinräjähteen irrotus kohdassa R_1 . Kone on n 13 km etäisyydellä kohteesta T_1 räjähdysten tapahtuessa.



TAPA 2 (tiedusteltu maali) Ohjaaja aloittaa ylösveton kuten tapauksessa 1, mutta n 2,5 km etäisyydellä kohteesta, ydinräjähteen irrotus kohteen päällä pisteessä R_2 . Räjähdysten tapahtuessa on kone n 10 km etäisyydellä kohteesta T_2 .



TAPA 3 (tiedustelematon maali) Ylösveto aloitetaan maalin kohdalta, ydinräjähdte irrotetaan pisteessä R_3 . Räjähdyshetkellä on kone n 7 km etäisyydellä kohteesta T_3 .

HUOM Yllä esitetty perustuu pääpiirteiseen laskelmaan tietyllä nopeudella lentävällä koneella. Räjähteen irrotus tapahtuu automaattisen pommitustähtäimen avulla.

Tällaisena esimerkkinä mainittakoon kuvassa 14 näkyvä amerikkalainen Starfighter-kone elektroniikkavarusteineen.



Kuva 14

F-104 G Starfighterin elektronisen järjestelmän sydän. Nämä helposti irrotettavat ja vaihtokelpoiset komponentit kuuluvat koneen suunnistus-, tähtäys- ja viestiyhteysjärjestelmiin

Rynnäkkökoneiden suunnistusvälineinä käytetään myös muita elektronisia laitteita. Esimerkkinä mainittakoon raskaan rynnäkkökoneen F-105 Thunderchiefin doppler-järjestelmä.

Tämä laite pystyy ilmoittamaan jatkuvasti koneen sijainnin suuntana ja etäisyytenä jostakin kiintopisteestä. Mittausvirhe on ainoastaan $\pm 0,3 \%$ kuljetusta matkasta.

On luonnollista, ettei kaikissa palveluskoneissa ole vielä tällaisia järjestelmiä. Melko yleisiä ovat kuitenkin ns tuulimuistiin nojautuvat

laskimet, joissa tuulitietojen perusteella ja tarkalla lentosuunnan ja nopeuden säilyttämisellä pyritään pysymään selvillä koneen sijainnista. Tarkkuus ei luonnollisestikaan ole niin suuri kuin edellä, mutta käyttö on edullinen erityisesti silloin, kun turvallisuussyistä tarvitaan tutkahiljaisuutta.

6. Johtopäätöksiä hyökkäysaseiden käytöstä

Kuten edellä on käynyt ilmi, on hyökkäävien ilmasodankäyntivälineiden käytössä

- pommituskoneilla,
- maamaali ohjuksilla varustetuilla pommituskoneilla,
- maasta-maahan-ohjuksilla sekä
- rynnäkkökoneilla

kullakin omat etunsa ja varjopuolensa.

Tällä hetkellä ei näistä yhtäkään voida poistaa täysin epäonnistuneena, vaan niiden käyttö on riippuvainen hyökkääjän voimavaroista, vastustajan ilmapuolustuksesta sekä kohteiden sijainnista ja laadusta.

Tulevaisuus näyttää kuitenkin siltä, että maasta-maahan-ohjuksien merkitys syvällä vastustajan alueella sijaitsevia kiinteitä kohteita vastaan näyttää kasvavan lähinnä vaikean torjuttavuuden ansiosta.

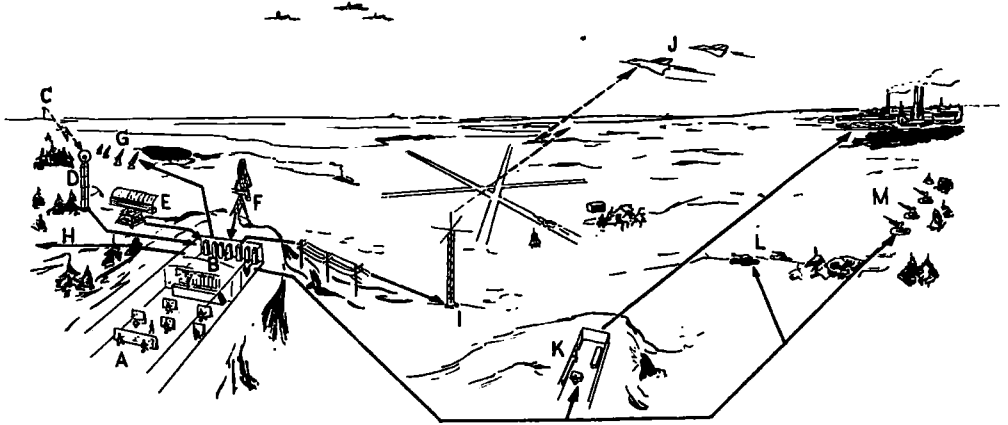
Ja tämän ohella tähytetyt tulen tarve rintaman selustassa tai vastustajan rannikolla suosii erityisesti rynnäkkölennostoa varsinkin liikkuvia maaleja tulitettaessa.

III ILMAPUOLUSTUS

1. Ilmapuolustusjärjestelmät

Hyökkäysaseiden lisääntyvä nopeus ja niiden lentokorkeuksien suuri vaihtelevaisuus aiheuttavat ilmapuolustukselle yhä vaikeammin ratkaistavia pulmia.

Riittävän aikavoiton hankkimiseksi puolustustoimenpiteille on ollut pakko turvautua elektronisiin tietojenkäsittelykoneisiin ja laskimiin, samalla kun ilmavalvontatutkien tehokkuutta sekä viestiyhteyksien nopeutta ja varmuutta on jatkuvasti parannettu.

STRIL 60:n periaate

- A. Johtokeskus näyttölaitteineen
 B. Viestilaitteet
 C. Suuntaradioyhteys valvontatutkalta
 D. Suuntaradiomasto
 E. Valvontatutka
 F. Korkeudenmittaustutka

- G. Ilmatorjuntaohjuspatteri
 H. Nopea tietovuoyhteys raja-alueen korkeudenmittaustutkaan
 I. Tietovuoyhteys lentokoneisiin
 J. Torjuntahävittäjät
 K. Vsskeskus
 L. Kenttäarmeijan joukot
 M. Jttykistä

Kuva 15

Lukuisissa eri maissa on kehitetty niiden olosuhteisiin soveltuvia ilmapuolustusjärjestelmiä, joista esimerkkinä on kuvassa 15 periaatekaavio Ruotsin ilmapuolustuksen uudesta puoliautomaattisesta ilma-valvonta- ja taistelutulojenjohtojärjestelmästä Stril 60.

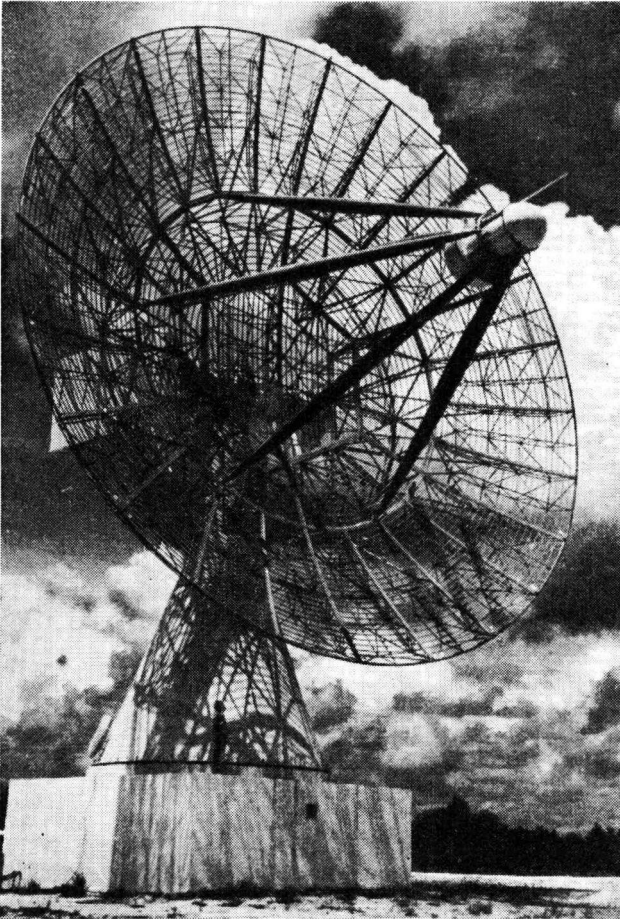
Paitsi perusteita varsinaiselle ilmapuolustukselle jakaa tämä järjestelmä tietonsa myös kenttäarmeijan joukoille ja väestönsuojelulle.

Vaikka oheisessa Stril 60:n periaatekaaviossa ei aistitähysteistä ilmavalvontaa mainitakaan, se kuuluu yhä edelleenkin avustavana osana nykyaikaiseen ilmavalvontajärjestelmään.

Ilmavalvontatutkien mittauskyvyn rajoituksien ja tutkaverkon harvuuden johdosta saattaa alakatve tietyillä alueilla nousta jopa 2000—3000 m:iin. Näiden katvealueiden valvonnasta ja yleensä tietojen täydentämisestä huolehtii aistitähysteinen ilmavalvonta.

Noin 30 km:n korkeuteen ulottuvan ilmavalvonnan ohella kuuluu nykyaikaiseen ilmapuolustusjärjestelmään myös ohjusvalvonta.

Ohjusvalvonta käsittää kiinteitä valvonta- ja seurantatutka-asemia. Valvontatutkat paljastavat tietyn avaruudessa olevan tason läpäisseet ohjukset, joita seurantatutkat ryhtyvät seuraamaan edellisiltä saamiensa mittausarvojen perusteella.



Kuva 16

Amerikkalaisen ohjuksien seurantatutkan antenni. Tällainen n 7-kerroksisen kivitalon korkuinen tutka pystyy mittaamaan jopa 7000 km:n etäisyydelle.

2. Ilmapuolustuksen asejärjestelmät

a. Torjuntahävittäjät

Nykyaikaisten torjuntahävittäjien maksiminopeudet yläkorkeuksissa voivat muutaman minuutin aikana nousta n 2 Machiin (2 kertaa äänennopeus eli n 2200 km/t).

Käytännöllinen lakikorkeus, jossa kone voi vielä suorittaa tähtäyksen vaatimia loivia suunnanmuutoksia, vaihtelee 19—25 km.

Absoluuttinen lakikorkeus, jonka hävittäjäkone 10—15 km:n korkeudella suorittamansa nopeuden kiihdytyksen jälkeen pystyy ballistisella radallaan saavuttamaan, on nykyään n 30 km. Tämän luokan torjuntahävittäjistä mainittakoon amerikkalainen F-104, neuvostoliittolainen Mig-21, ranskalainen Mirage III ja englantilainen Lightning.

Torjuntahävittäjien pääaseistuksen muodostavat ilmataisteluohjukset, joita koneiden varustukseen kuuluu 2—4 kpl.

Ohjuksien tavallisimmat ohjaustavat ovat

- komento-ohjaus ja
- ohjuksen maaliin hakeutuminen.

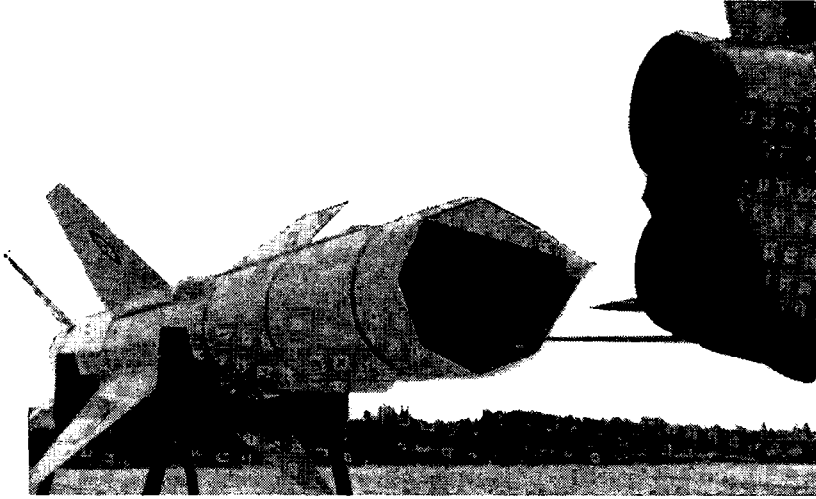
Komento-ohjaus on joko

- tutkasädeohjaus, jolloin ampuva kone seuraa tutkallaan maalia, johon sen toiminta on sidottu ohjuksen lennon ajan, tai
- varsinainen komento-ohjaus, jossa esimerkiksi "lateral error"-menetelmässä ohjus ohjautuu tiettyyn ennakkopisteeseen torjuntahävittäjän tulenjohtojärjestelmän määrittämien arvojen perusteella.

Ohjuksien maaliin hakeutumisessa on herätteen antajana kohdekooneen suihkumoottorien aiheuttama infrapunasäteily.

Ilmataisteluohjuksien ominaisuuksista mainittakoon

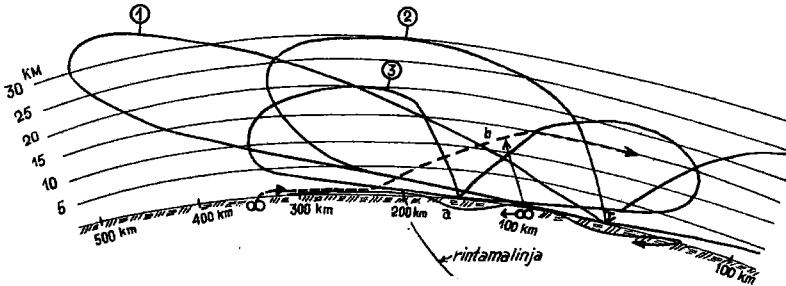
- taistelukärjen räjähdysainemäärä 4,5—30 kg tai ydinlataus n 1,5—2 Kt,
- ampumaetäisyys 4—10 km,
- lentonopeus n 1,8—4 M ja
- maks toimintakorkeus 15—18 km ja joillakin tyypeillä 30 km.



Kuva 17

Englantilainen ilmataisteluohjus de Havilland Red Top, joka soveltuu hyökkäyksiin eri lentosuunnilta. Ohjusta käytetään Lightning-torjuntahävittäjissä. Maaliinhakuisuus tapahtuu infrapunaperiaatteella.

ERILAISIA LENTOTORJUNTAMAHDOLLISUUKSIA



Ilmavalvonta. Maalina 10 m² heijastuspinnan omaava pommituskone. Keilat 1 ja 2 kuuluvat tehokkaalle valvontatutkalle ja 3 lähivalvontatutkalle.

Torjuntahävittäjät. Lähtöaika ohjaamovalmiudesta 3 min, nousunopeus 15 000 m:iin 6 min, maxnopeus 2 M.

Maalina rynnäkkökoneet. Matkanopeus 800 km/t, maxnopeus 1100 km/t, lentoreitti a. Taistelukosketuksen saavuttaminen vaikea, koska vastustaja lentää tutkien katveessa ja ilmavalvonta perustuu vain jaksottaisiin aistitähysteisiin havaintoihin.

Maalina pommituskoneet. Nousunopeus 6 min/10 000 m, 12 min/15 000 m, nopeus nousun aikana 1,2 M, lentoreitti b. Taistelukosketuksen saavuttaminen mahdollinen, koska vastustajan lento tapahtuu tutkien valvonnassa. Matalalla suoritetun alkulähestymisen vuoksi pääsevät torjuntahävittäjät taistelukosketukseen vasta n 100 km rintaman takana.

Kuva 18

Torjuntahävittäjän käyttökelpoisuutta ilmapuolustusaseena tarkasteltaessa on sen etuina todettava suuri liikkuvuus ja toiminta-alueen laajuus.

Varjopuolena taas on kykenemättömyys ballististen ohjusten torjuntaan sekä riippuvuus kiinteistä lentotukikohtista.

Kuva 18 esittää hävittäjien mahdollisuuksia nykyaikaisten rynnäkö- ja pommituskoneiden torjunnassa.

b. Ohjus- ja aktioilmatorjunta

Taulukossa 5 on tietoja eräistä ilmatorjuntaohjuksista.

Ilmatorjuntaohjukset ovat ohjattavuutensa puolesta yleensä riippuvaisia ilmakehästä. Tästä syystä niiden suurin toimintakorkeus rajoittuu 20—30 km:iin. Ohjaushan tapahtuu lentokoneen tapaan ohjaussivkeillä.

Tällainen aerodynaaminen ohjausjärjestelmä on riittävä niin kauan, kuin maalina ovat lentokoneet.

Mutta ballististen ohjuksien torjunnassa on ilmatorjuntaohjusta tai paremminkin vastaohjusta kyettävä ohjaamaan myös suuremmissa korkeuksissa, jotta riittävä osumistarkkuus saavutetaan. Ohjauksen tulee tällöin tapahtua erityisillä ohjaussuuttimilla.

Esimerkki tällaisesta vastaohjuksesta on amerikkalainen Nike Zeus (taulukko 5). Neuvostoliitossa on sanomalehtitietojen mukaan kehitetty myös vastaavanlaatuinen ohjus.

Ilmatorjuntaohjuksien eräänä varjopuolena on ollut kykenemättömyys matalalla lentävien (alle 3 km) maalien torjumiseen.

Jatkuva-aaltoisen tutkakaluston käyttöönotolla ohjausjärjestelmissä on kehitetty myös matalatorjuntaan soveltuvia ilmatorjuntaohjuksia, kuten esimerkiksi USA:n Hawk. Tästä syystä ja liikkuvuutensa ansiosta Hawk soveltuu erittäin hyvin juuri kenttäarmeijan ilmatorjuntaan.

Edellä olevan perusteella voidaan todeta, että ilmatorjuntaohjus on tietyissä olosuhteissa erittäin sovelias taisteluväline.

Ilmatorjuntaohjuksen osumistarkkuus on suuri ja se on nopeasti toimintavalmis. Vain ilmatorjuntaohjuksilla näytään pystyttävän ballististen ohjusten torjuntaan.

Taulukko 5
Ilmatorjuntaohjuksia

Ohjus	Valmaa	Voimalaite	Ohjaujärjestelmä	Tstkärki	Pit m	Lähtöpaino kg	v_{max}	R_{max} km	h_{max} km	Hinta ptri/ohjus nmk	Huom
Bloodhound	Engl	2 patoputkim 4 starttirakettia (ruuti)	säde? + 1/2-aktiv (tutka)	kem	7,8	1000	n 4 M	>100	>23	—/—	palveluskäytössä, kiinteä
Hawk	USA	2-port ruutiraketti	1/2-aktiv (tutka)	kem	4,98	545	n 3 M	35	>20	—/160 000	$h_{min} \approx 30$ m palvkäytössä pyörälavetti 3 lähtötelinettä
Nike Hercules	USA	ruutiraketti	knto-ohj lopussa	kem tai ydin	12	4500	n 3,3 M	110	45	2—3 milj/ 320 000 ydinkärjellä 1 milj	palvkäytössä osumatodnäk 83 %
Nike Zeus	USA	kaksolsruutiraketti	knto-ohj (ylempänä todnäk oh- jaussuuttimilla)	ydin	15	11000	7—8 M	300	200	—/—	kokeiluvaiheessa
T-7	NL	nesteraketti	knto-ohj lopussa	kem	6,5	2200	2,5 M	35	>20	—/—	palvkäytössä
Bomarc	USA	2 patoputkim	sädeohj tutka- hakuisuus	kem tai ydin	14,6	7000	3,8 M	800	30	2,2 milj/ 1,12 milj	palvkäytössä, kiinteä

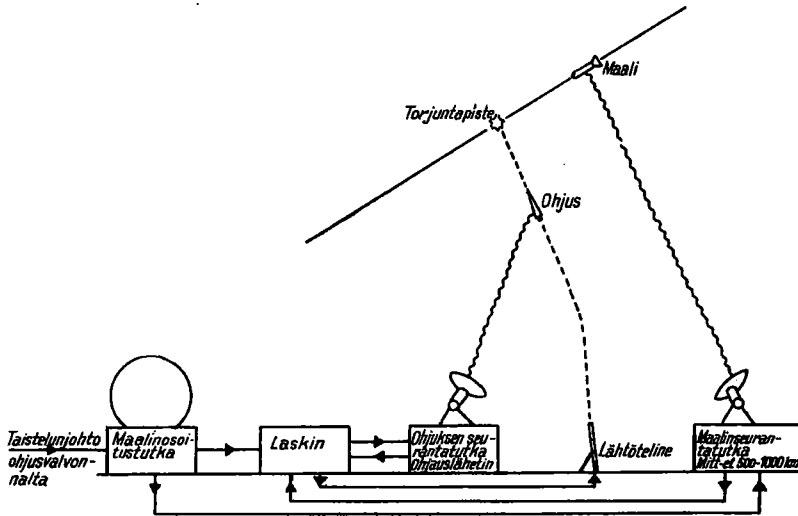


Kuva 19
Amerikkalainen ballististen ohjusten torjuntaohjus Nike Zeus. Suurin torjuntakorkeus 200 km, ydintaistelukärki.

Varjopuolena on mainittava ohjuksien suuri hinta kertakäyttöä ajatellen samoin kuin muutamien tyyppien pieni toimintaetäisyys tai kiinteä sijoitus.

AKTIOILMATORJUNNASTA on automatisoinnin ja tutkakeskuslaskimissa tapahtuneen voimakkaan kehityksen johdosta muodostunut varsin tehokas matalatorjunta-ase (alle 5000 m). Aktioilmatorjunnan etuna on suuri toimintavalmius ja tulen tarkkuus sekä nykyaikaisessa muodossaan riippumattomuus näkyvyysolosuhteista.

Sen varjopuolena on puolestaan erittäin pieni ampumaetäisyys.

NIKE-ZEUS TORJUNTAJÄRJESTELMÄ

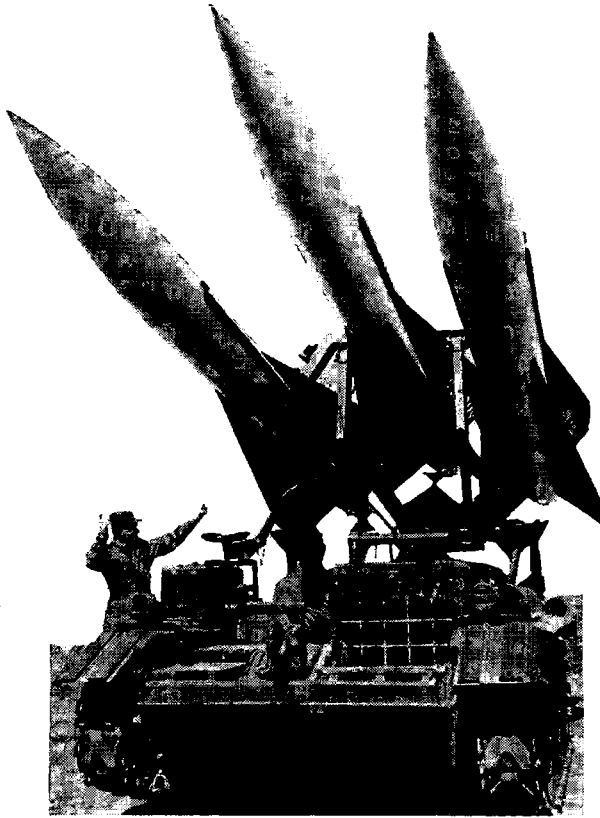
Kuva 20

c. Ilmapuolustuksen asejärjestelmien
käyttöperiaatteet

Edellä todettujen ominaisuuksiensa puolesta ovat torjuntahävittäjät sekä ohjus- ja aktioilmatorjunta kaikki erittäin välttämättömiä ilmapuolustuksen asejärjestelmän osia.

Kuvan 22 mukaisesti aktioilmatorjunta huolehtii matalatorjunnasta etenkin rannikolla ja kenttäarmeijan alueella. Aktioilmatorjunnan toimintavalmius on riittävä matalalta yllättäen lähestyvien rynnäkköko-neiden tulittamiseen.

Ohjusilmatorjunta soveltuu sekä kenttäarmeijan että kotialueen tärkeimpien kohteiden suojaukseen niin toimintavalmiutensa kuin am-pumaetäisyytensäkin puolesta.



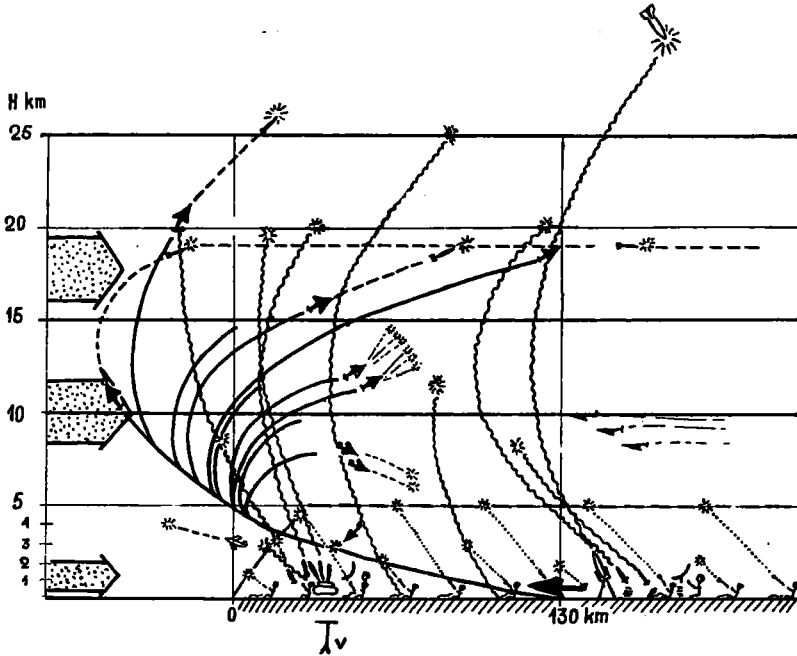
Kuva 21

Amerikkalainen ilmatorjuntaohjus Hawk, torjuntakorkeus 30 m — 20 km.

Torjuntahävittäjillä huolehditaan torjunnasta keski- ja yläkorkeuksissa (5000—25000 m) kenttäarmeijan alueelta ja rannikolta alkaen. Tehokkainta on lentotorjunta kuitenkin kotialueella, jossa se edullisissa olosuhteissa on mahdollista myös alakorkeuksissa.

Koska sekä ilmatorjunta että torjuntahävittäjät toimivat samoilla alueilla, on luonnollista, että ilmapuolustuksen johto on keskitettyä. Selvään tehtäväjakoon on nimittäin tällöin parhaat edellytykset.

ILMAPUOLUSTUKSEN ASEJÄRJESTELMIEN KÄYTTÖPERIAATTEET



Kuva 22

IV LENTOTIEDUSTELU

a. Yleistä

Lentoaseen voimakas kehitys on vaikuttanut myös lentotiedusteluun.

Lentokoneiden suurien nopeuksien ja lentokorkeuksien johdosta rajoittuu tähyttämällä suoritettu lentotiedustelu vain aivan selväpiirteisimpiin kohteiden, kuten esimerkiksi liikennereittien tiedusteluun. Ja tällaisessakin tiedustelussa pyritään havainnot varmentamaan ns kohdekuvauksella, joka eri suuntiin osoittavilla tiedustelukoneen kameeroilla on mahdollista yllättävissäkin tilanteissa ja matalassa lentosäässä.

Sen sijaan maastoutuneen joukon tai muun pikkupiirteisen kohteen tiedustelu on mahdollista vain kuvaamalla.

Huonossa säässä tapahtuvassa lentotiedustelussa käytetään tutkaa tai elektronisia infrapunalaitteita, joiden havainnot taltioidaan valokuvauslevylle. Tällaisesta kuvasta voidaan heikon piirtokyvyn johdosta tehdä kuitenkin vain pääpiirteisiä johtopäätöksiä.

Tietojen välittämisen nopeuttamiseksi on suoritettu kokeiluja tv-kameroilla ja kuvansiirrolla. Näiden käyttö ei vielä ole yleistynyt ilmeisestikin teknillisten vaikeuksien vuoksi.

Näin ollen on lentokuvaus edelleenkin lentotiedustelun päätiedustelutapa.

b. Lentokuvaus

Eräs viime vuosien kehityksen olennaisin seikka on linssien paraneminen. Elektroniset laskukoneet ovat nopeuttaneet uusien objektiivien lukemattomia laskutoimituksia. Samoin uudet muovianeet ovat lisänneet konstruktointimahdollisuuksia.

Koska tarkkuusvaatimus on suuri, käytetään lentokameroissa lukuisia eripolttovälisiä objektiiveja, muutamasta senttimetristä jopa kymmeneen metriin saakka. Pitkäpolttovälisten objektiivien tilantarve on pienentynyt peilioptiikan ansiosta.

Taulukko 6 antaa suuruuskuvan piirtokyvyn rajoituksista lentokuvauksessa.

Taulukko 6

Piirtokyvyn rajoitukset

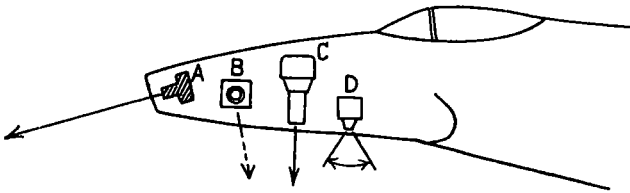
Negatiivin mittakaava	Havaittavien pienimpien yksityiskohtien summittaiset koot eri piirtokyvillä			
	0,01 mm	0,03 mm	0,05 mm	0,07 m
1: 5 000	0,05 m	0,15 m	0,25 m	0,35 m
1: 10 000	0,10 „	0,30 „	0,50 „	0,75 „
1: 15 000	0,15 „	0,45 „	0,75 „	1,05 „
1: 20 000	0,20 „	0,60 „	1,00 „	1,40 „
1: 25 000	0,25 „	0,75 „	1,25 „	1,75 „

Parhaiden nykyaikaisten objektiivien piirtokyky lähentelee 0,01 mm. Koneen tärinän, liikkeen, suodattimien, filmin puutteellisen käsittelyn jne johdosta on piirtokyky käytännössä n 0,03—0,05 mm. Tämä merkitsee sitä, että esimerkiksi 1: 10 000 mittakaavaisessa negatiivissa pystyy kuvatulkki erottamaan luonnossa olevat n 30—50 cm:n suuruiset esineet. Tämä mittakaava soveltuu mm jalkaväen taisteluasemien tiedusteluun, jolloin kuvaus voisi tapahtua esimerkiksi 10 000 m:n korkeudesta 100 cm:n polttovälisellä kameralla tai 1000 m:stä 10 cm:n kameralla.

Objektiivien paranemisen ohella on kehitystä tapahtunut myös

- sulkijakoneistoissa,
- filmimateriaalissa,
- filmin liikekompensoinnin alalla,
- yövalokuvauksessa ja
- kuvien kehitysmenetelmissä.

ESIMERKKI NYKYAIKAISEN VALOKUVAUSTIEDUSTELUKONEEN VARUSTUKSESTA



- A. 10-30 cm polttoväli matalatiedkamera, kuvakoko 6x6 cm
- B. 2 kpl 10 cm viistokameroita molemmille sivuille, kuvakoko 6x6 cm
- C. 1-2 kpl 60-90 cm pystykameroita, kuvakoko 23 x 23 cm, yövalokuvaussynkronisaatio valorakettiin
- D. Laajakulmainen yleiskamera, polttoväli 10-15 cm tai panoraamakamera (kuvakulma taivaanrannasta toiseen) kohdekuvien paikantamista varten.

Kuva 23

Sulkijanopeudet (max 1/2600 sek) mahdollistavat viistokuvien oton matalalennossa 100 m:n korkeudesta jopa 1000 km/t nopeudella.

Filmmateriaali sallii n 6—8 kertaisia suurennoksia yksityiskohtien paljastamiseksi.

Filmin liikekompensointi on parantanut valokuvausmahdollisuutta matalalla ja suurella nopeudella sekä helpottanut keinovalon synkronisoinnin järjestelyä yövalokuvauksessa.

Kuvien kehittämisoikeus kenttäoloissa on supistunut muutama minuuttiin. Onpa kuvien kehittämistä suoritettu myös lentokoneessa lennon aikana.

Tunkeutuminen syvälle vihollisen alueelle, tiedustelutehtävän suorittaminen siellä ja paluu onnellisesti tukikohtaan asettavat myös itse lentokoneelle suuret vaatimukset.

Esimerkkejä tiedustelukoneista on kuvissa 24 ja 25.



Kuva 24

Ranskalaisen ylläänhävittäjä Mirage III:n tiedustelumuunnos R-01, jonka kokeilulennot suoritettiin talvella 1963. Kameravarustuksesta ei ole tietoja, mutta kuvan perusteella näyttää pidennetty nokka sisältävän ainakin muutamia viistokameroita.

c. Tiedustelurobotit

Maavoimien joukkojen liikkuvuuden lisääntyä on niiden tiedustelutarve ennen kaikkea ulottuvuuden ja nopeuden suhteen kasvanut. Tästä syystä kuuluu eräiden suurvaltojen sotatoimiyhtymiin tieduste-



Kuva 25

Kuuluisa amerikkalainen korkeatiedustelukone U-2. Lakikorkeus 25 000 m, lentomatkaa korkealla n 6500 km. Koneen tiedusteluvarustuksen mainitaan käsittävän pitkäpolttovälisiä automaattikameroita sekä elektronisia tiedustelulaitteita.

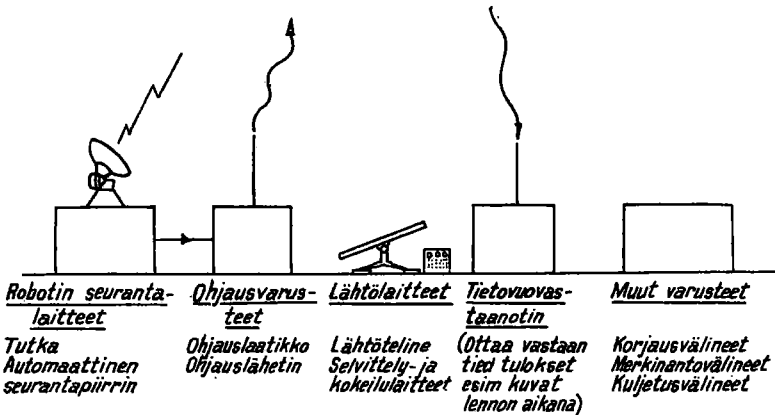
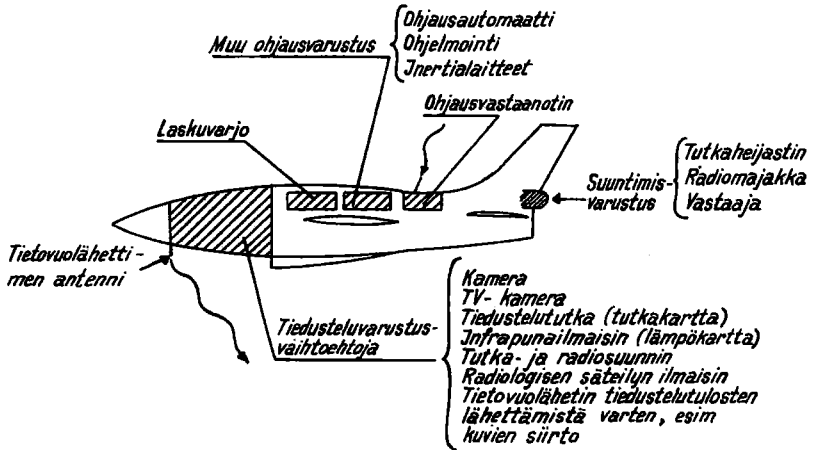
lulentoyksiköitä, joiden käytössä on keveitä tiedustelulentokoneita ja tiedustelurobotteja.

Erityisesti Yhdysvalloissa on suoritettu kokeiluja monenlaisilla tiedusteluroboteilla, joista yksinkertaisimmat ja potkurikäyttöiset saavuttavat n 300—400 km:n tuntinopeuden ja uudenaikaisimmat suihkukäyttöiset lähes äänennopeuden. Viimeksi mainitut pystyvät ulottamaan lentonsa n 100 km:n etäisyydelle rintamasta.

Kuvassa 26 oleva piirros esittää tällaisen tiedustelurobotin tiedusteluvarustusta sekä lähtö- ja ohjauslaitteita.

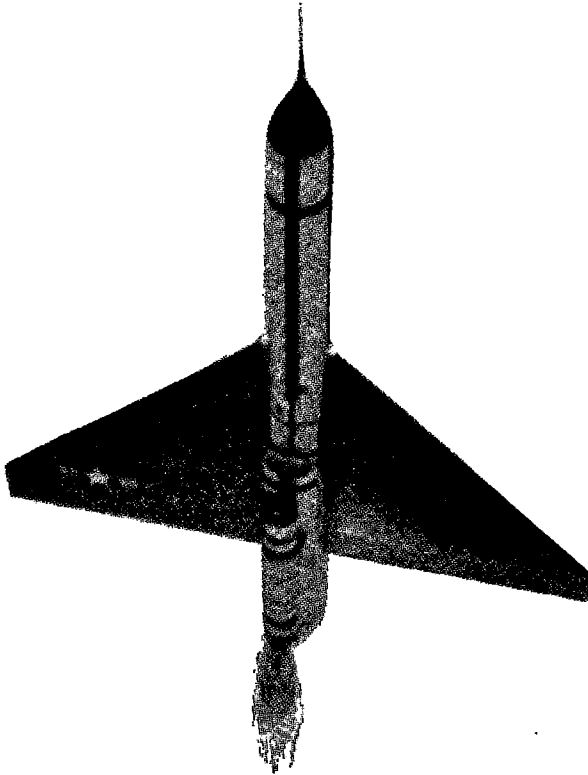
Kuten edellä on ilmennyt, tiedustelurobotit ovat automatiikkansa puolesta erittäin pitkälle kehitettyjä ja vaativat siitä syystä toimintansa tueksi korkeatasoisen huolto-organisaation. Näin ollen on todennä-

TIEDUSTELUROBOTIN VARUSTUS



Kuva 26

köistä, että tiedustelurobotteja käytetään muun lentotiedustelun ohella vain sellaisilla alueilla, joilla vihollisen ilmavoimat ei mahdollista yhtymän muun lentotiedustelun, so keveiden tiedustelukoneiden käyttöä.



Kuva 27

Amerikkalainen tiedustelurobotti SD-5 välittömästi telineeltä tapahtuneen lähdön jälkeen. 1800 kp:n lähtöraketit palavat loppuun, jonka jälkeen 1400 kp:n J 60 suihkutorpiini huolehtii työntövoimasta. Laskeutuminen tapahtuu laskuvarjoilla moottorin pysäyttämisen jälkeen. Maks nopeus n 0,8—0,9 M, pituus 11 m, paino 4000 kg.

V ERÄITÄ LENTOTEKNIIKAN VIIME- AIKAISIA SUUNTAUKSIA

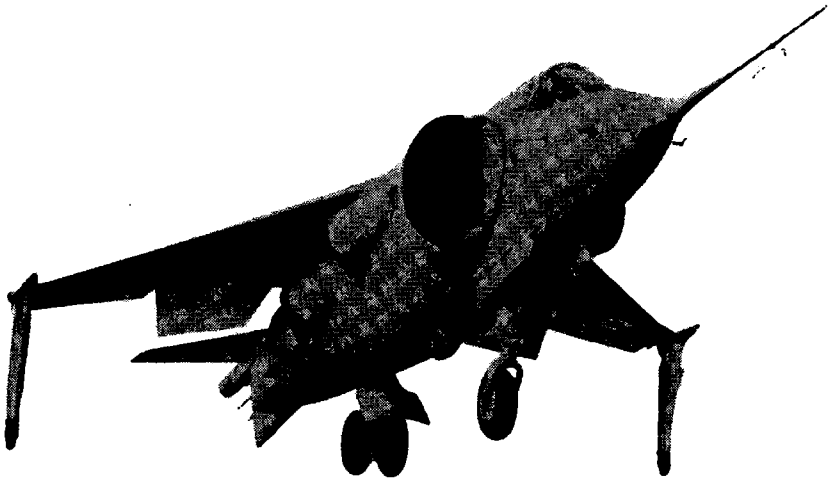
1. Pystysuora lentoonlähtö

Riippuvuus helposti löydettävistä ja paikannettavista lentokentistä on eräs nykyaikaisen "tavanomaisen" lentokoneen varjopuolia. Tämä

kysymys on erityisen ajankohtainen rynnäkö- ja torjuntahävittäjille, joiden tukikohtien tulisi sijaita mahdollisimman lähellä etulinjaa, ts alueella, jossa vihollisen yllättävät lentohyökkäykset ovat aina mahdollisia. Tästä syystä on 15—20 vuoden ajan tehty työtä hävittäjäkoneen helikopterimaisen pystylähdön (VTOL = Vertical Take-off and Landing) hyväksi.

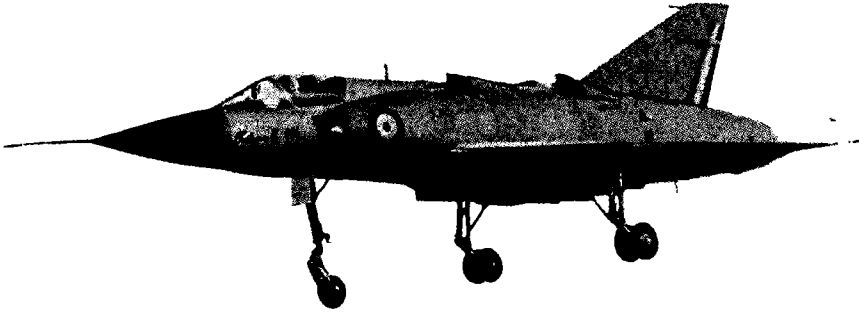
Paitsi mahdollisuutta toimia pieneltä betonialustalta maastosta pyritään tällä menetelmällä voittamaan ne vaikeudet, joita "tavanomaisen" taistelukoneen suuri laskunopeus huonossa lentosäässä on tuonut tullessaan.

Useissa maissa suoritettut kokeilut ovat johtaneet sikäli suotuisiin tuloksiin, että pystylähtö hävittäjäluokan koneilla on jo mahdollista. Esimerkkejä eurooppalaisista ratkaisuksista on kuvissa 28 ja 29.



Kuva 28

Englantilainen Hawker P 1127. Koneen suihkutorpiinissa on 4 käännettävää suihkupuutkea. Siirtyminen lentotilasta toiseen tapahtuu näiden ja siiven kärjessä sekä rungon etu- ja takapäissä olevien tasapainosuuntimien avulla. Koneen suurin nopeus on 1 M.



Kuva 29

Ranskalainen Balzac V 001 (Mirage III:n VTOL-prototyyppi). Pystylähtöä varten on koneessa 8 kpl noin 1000 kp työntövoiman kehittäviä Rolls-Royce-suihkuturpiineja sekä vaakalentoa varten noin 2200 kp:n Bristol Siddeley Orpheus suihkuturpiini. Lentotilanmuutoksissa käytetään saman periaatteen tasapainosuuttimia kuin Hawker P 1127:ssä. Koneen suurin nopeus on 0,9 M ja lentoaika n 15 min.

Arviointina VTOL-hävittäjien tulevaisuuden mahdollisuuksista on todettava, että pystylähdön vaatimus on lisännyt koneiden painoa (suihkuputkien kääntöjärjestelmä tai erilliset pystymoottorit ja tasapainosuuttimet), samalla kun tehokkaasta vaakalentomoottorista on jouduttu tinkimään.

Näin ollen on päädytty kompromissiratkaisuun, joka ei ainakaan vielä täytä rynnäköhävittäjän vaatimuksia suuren asekuorman ja toimintamatkan suhteen eikä torjuntahävittäjän vaatimuksia nopeuden ja lakikorkeuden puolesta.

2. Lentoasejärjestelmät

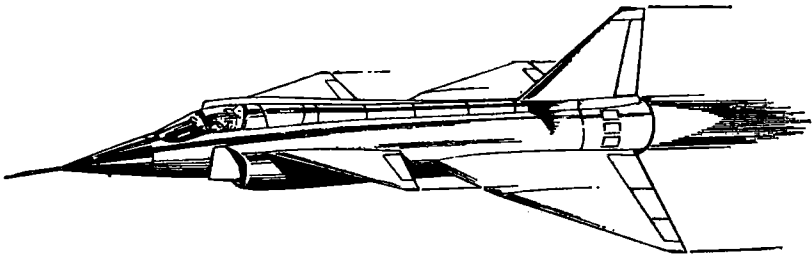
Ilmasodankäynnin viimeaikainen kehitys on johtanut siihen, että niin rynnäkö-, tiedustelu- kuin hävittäjäkoneeltakin vaaditaan suurta nopeutta, hyvää ohjattavuutta pienillä nopeuksilla ja kykyä selviytyä vastustajasta ilmataistelussa.

Lentokonehuollon alalla on tyyppikirjavyys nykyaikaisen lentokaluston monimutkaisuuden vuoksi aiheuttanut hankaluutta erityisesti varaosien ja teknillisen henkilöstön koulutuksen kannalta.

Edellä olevasta johtuen on viime vuosina rynnäkö-, tiedustelu- ja torjuntahävittäjien alalla ollut pyrkimystä yhteen perustyyppiin, joka kussakin yllä mainitussa tehtävässään varustetaan omilla tyypillisillä laitteillaan. Tällaista suuntausta edustavat Ruotsin Draken, Ranskan Mirage III ja USA:n Starfighter.

Tulevaisuuden näkymistä antaa viitteitä kuvassa 30 esiintyvä Ruotsin Viggen eli Asejärjestelmä 37, jonka arvioidaan vuoteen 1970 mennessä korvaavan nykyisen päärynnäkkökoneen Lansenin ja 1975 tienoilla Drakenin parhaat torjuntahävittäjämuunnokset.

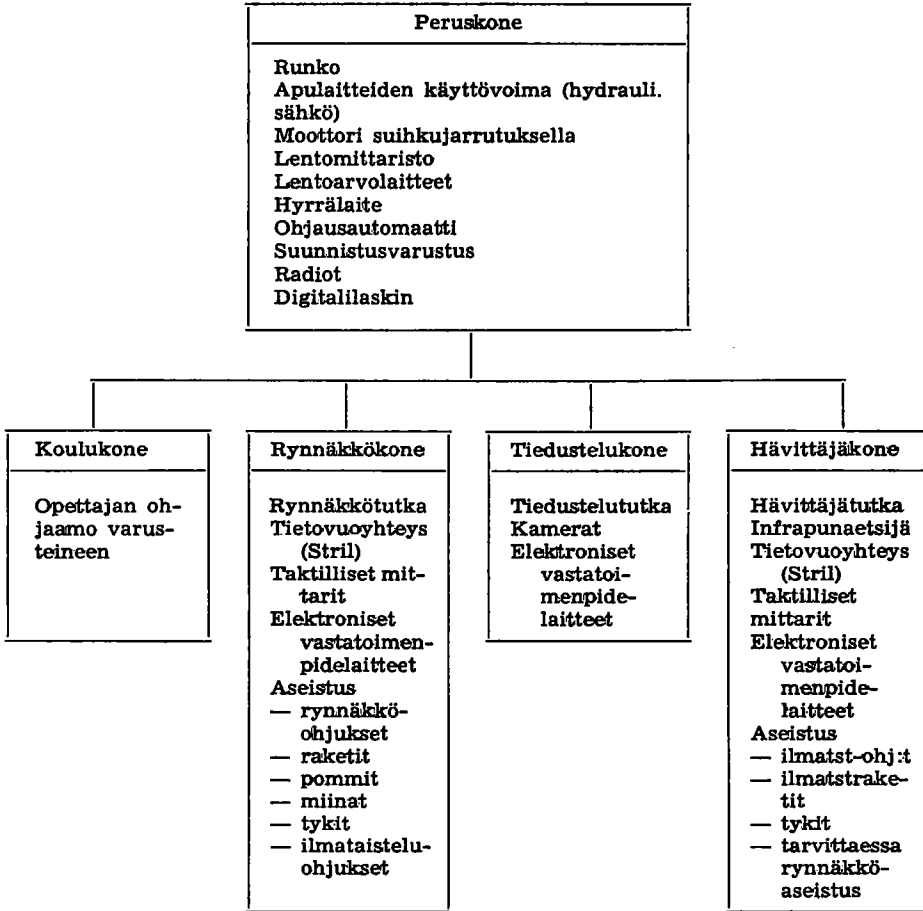
Pyrkimystä VTOL-luokkaan ei Asejärjestelmä 37:ssä näytä olevan, mutta koneelle on sen sijaan asetettu STOL-vaatimukset (Short Take-off and Landing). Tämä merkitsee tarkoitusta päästä eroon kilometrien pituisista kiitoteistä tukeutumalla tilapäiskenttiin ja moottoreihin.



Kuva 20

Ruotsin 1970-luvun Asejärjestelmä 37, "Viggen". Laskunopouden pienentämiseksi on koneen nokkaliipeen sijoitettu ns laskusiivekepuhallus.

ASEJÄRJESTELMÄ 37:N ERI MUUNNOKSET



VI YHDISTELMÄ

Hyökkäys- ja puolustusaseen välinen kamppailu ilmasodankäynniksi, joka tulevaisuudessa kehittyy myös avaruussodan käynniksi, aiheuttaa yhä vaikeammin ratkaistavia teknillisiä ja taloudellisia pulmia. Tässä kamppailussa näyttää ohjusase valtaavan yhä enemmän toimialaa, sitä mukaa kun lentonopeudet ja korkeudet kasvavat.

Tämä ohjuksen työntyminen lentokoneen käyttöalueelle tapahtuu kuitenkin hitaasti, sillä ajattelevien aivojen mukanaolo useissa ilmasodan toimintalajeissa on nykyään vielä välttämätöntä.

Tämä koskee erityisesti tiedustelu- ja rynnäkkötoimintaa.

Pommitustoiminnassa menettää lentokone mahdollisuutensa vasta ballististen ohjusten osumistarkkuuden kehityttyä nykyistä huomattavasti paremmaksi. Ydinpolttoaineen käyttöönotto saattaa kuitenkin antaa pommituskoneelle vielä yhden kehittymismahdollisuuden, so rajoituksettoman ja korkeudesta riippumattoman lentomatkan.

Mitä sitten varsinaiseen ilmapuolustukseen tulee, ohjus on tällä alalla kaikkein pisimmällä. Sen ohella näyttää torjuntahävittäjä + ohjus kuitenkin säilyvän käyttökelpoisena vielä useiden vuosien ajan.

LÄHDEAINEISTO

1. Kirjallisuus

Ett år i luften 1961—62, Robotvapen
 Moderna kärnvapen Arne Scholander, Jonas Hedberg 1962
 Jane's all the World's Aircraft 1962—63

2. Aikakauslehdet

Interavia

- N:o 3/59, Mobility in Global War, General Pierre Gallois, Paris
- N:o 3/59, The new Generation of British Low—Level Strike Aircraft, Derek H Wood
- N:o 6/60, Photographie reconnaissance, General L M Chassin, Paris
- N:o 9/62, L F E Doppler Instrumentation
- N:o 10/62, Extension of the Swedish Air Defence Control System
- N:o 1/63, The NASARR System for the F-104 G
- N:o 1/63, Swedens System 37 for Attack, Reconnaissance, Interception, three forked Lightning

Missiles and rockets

- N:o 19. 2. 62, SD-5 may decide Fate of Drones, Charles D la Fond
 - N:o 1/63, Astrolog Current status of U.S. missile and space programs plus all orbiting satellites
- Flugwehr und Technik n:o 2/63, Das Amerikanische Kampfflugzeug Northrop F5A, Alfred Aepli
- Sotilasajakauslehti n:o 7/61, Ilmapuolustuksen ajankohtaisia kysymyksiä, Eino Hirva
- Ilmailu 4/62, VTOL-hävittäjä, ratkaisu, kompromissi vaiko utopia
- Norsk militært Tidsskrift 8/61, Ilmasodankäynnin pääkysymyksiä, Tage Andersen

3. Muut

SKK:n taisteluvälinetekniikan luentorunko, K Kankaanpää Naton ja Varsovan liiton ilmavoimat, vertaileva tarkastelu, V Raatikainen, SKK:n esitelmä